

大学授業における週1回の短時間の持続的運動が 体力の維持・向上に及ぼす影響の検討

有 川 一¹⁾・松 岡 敏 男¹⁾

The Effect of Short-term Aerobic Exercise Once a week in University Lessons on Maintenance or Improvement of Physical Fitness

Hajime ARIKAWA and Toshio MATSUOKA

筆者が担当する「健康美Ⅰ」では、運動の効果を提示して学生の運動習慣形成のきっかけを作ることを目指し、学生の意欲・関心を踏まえた授業内容（短時間の運動とその前後での身体諸機能の測定）を展開している。ここで実施している10分間の運動を「体力の向上に最低限必要とされる強度」にすることで、授業前後で学生の体力の維持・向上が生じるか否かを検証した。その結果、新体力テスト各種目には変化は見られなかったが、下肢筋群の筋力に向上が見られた。週に1回という低頻度の運動でも筋力の向上が認められたため、今後、受講した学生が運動の効果をより明確に実感できるような運動方法と測定内容を検討し、実践を繰り返していきたい。

キーワード：低頻度の短時間運動、体力、大学授業、運動の効果

I 研究目的

筆者は2017年度から「健康美Ⅰ」（前期開講科目）を担当している。本授業は毎回10分程度の運動を行い、その前後で健康に関わる身体各指標がどのように変化するかを体感することで、短期的な運動の効能を理解し、自らの健康の維持・増進に向けての運動習慣形成のきっかけにすることを目的としている。

2017年度前期の授業実践の中で、受講する学生のほぼ全員に運動習慣がなく、本学における唯一の運動実施の機会である基礎教養系科目の「身体による表現活動Ⅰ（スポーツ実技）」についても必修でないため受講していないことが明らかになった。その一方で、その学生らは本授業で実施する10分程度の運動に対して意欲的に取り組んでおり、運動実施に伴う身体各指標の変化に関心を持っている様子が見えた。このことから、受講する学生が持つ「短時間運動に対する意欲」と「身体変化に対する関心」

を踏まえた授業内容を展開するとともに、本授業で実施する「週1回の約10分間の持続的運動」に一定以上の運動強度を確保することで、運動習慣がない学生の体力の維持・向上に貢献できる可能性は十分にあると考えられた。

そこで本研究では、2018年度前期開講の「健康美Ⅰ」において、学生の意欲・関心を踏まえた授業内容を展開しつつ、体力の向上に最低限必要とされる「推定最大心拍数の60%以上に相当する強度」の運動を毎回10分間実施することで、運動実施期間前後で体力の維持・向上が生じるか否かを検証することを目的とした。

II 方 法

A 対 象

2018年度前期開講の「健康美Ⅰ」の受講者のうち、本実践内容を研究成果として発表することの説明を受けた上で、同意した者のデータのみを対象とした。

1) スポーツ健康科学部スポーツ健康科学科

履修申請の段階では19名だったが、最終的な受講者は16名となった。このうち、運動実施期間前後の体力測定を実施した12名(全員女性、年齢19.0(19.0-19.0)(中央値(四分位範囲)))のデータを解析した。なお、データの取り扱い等に関しては、「中部学院大学・中部学院大学短期大学部 人を対象とする研究倫理審査部会」の承認を得た(承認番号D18-0008)。

B 2018年度前期開講科目「健康美Ⅰ」の内容

期間は2018年4月～8月であり、全16回(定期試験期間含む)の授業を展開した。実施場所は、本学各務原キャンパスの保育演習室であった。毎回の授業の流れは、1. 出欠確認、2. ハートレートモニター(心拍計)の装着、3. 本時の説明、4. 運動前の測定、5. 準備運動、6. 10分間の持続的運動実施、7. 運動後の測定、8. 測定結果に関する解説、9. まとめ、とした。授業内で実施した測定内容は簡易的な測定ができるもののみとし、100マス計算(計算能力)の実施タイムや唾液アミラーゼ(身体的ストレス)等の測定を行った。また、運動実施に伴う代謝の変化を提示するために微量の血液採取が必要な内容(血中乳酸濃度や血中グルコース濃度の測定)も実施したが、筆者のみが血液採取を行い、測定結果の推移を学生に提示した。

C 10分間の持続的運動

基本的には教室内を周回するジョギングとしたが、学生が飽きないように縄跳びを実施した回もあった(1回のみ)。学生には毎回の運動実施前にハートレートモニター(Polar社製M200等)を装着させ、推定最大心拍数($HR_{max} = 220 - \text{年齢(歳)}$)の60%(60% HR_{max})以上の運動強度となるように、随時ハートレートモニターの表示を確認させながら運動を実施させた。ハートレートモニターは授業後に回収し、実施した運動強度を確認した。

D 運動実施期間前後の体力測定

文部科学省新体力テスト、カーフレイズ反復テスト、推定最大酸素摂取量(推定 VO_{2max})を測定した。新体力テストについては、12～19歳対象項目のうち教室内で測定できる項目のみ(握力、上体起こし、反復横跳び、長座体前屈、立ち幅跳び)とし、

文部科学省「新体力テスト実施要項(12～19歳対象)」に基づいて実施した。カーフレイズ反復テストは、ジョギング等で繰り返し刺激が加わる下肢筋群の筋力を把握するために用い、森永 他(2017)の方法を参考に、自重を用いた30秒間の反復回数を計測した。推定 VO_{2max} については、杉(2003)が提示した方法を参考に、踏み台昇降運動実施直後の心拍数を用いて算出した(次項参照)。

E 踏み台昇降運動を用いた VO_{2max} の推定

杉(2003)が提示した方法を対象学生の体力レベルに合わせて修正し、以下の通り実施した。

高さ30cmの踏み台を使用して、メトロノームに合わせて毎分10回、20回、25回の踏み台昇降運動を各3分間実施し、運動終了直後の心拍数を測定した。各運動によるエネルギー消費率(仕事率)は、踏み台を降りる際のエネルギー消費率を考慮して、昇る際のエネルギー消費率の1.3倍とし、下記の式を用いて算出した。

$$\begin{aligned} & \text{踏み台昇降によるエネルギー消費率(kg} \cdot \text{m/分)} \\ &= \text{踏み台を昇る際のエネルギー消費率(kg} \cdot \text{m/分)} \\ & \quad \times 1.3 \\ &= (\text{踏み台の高さ(m)} \times \text{体重(kg)} \times \text{昇降ペース(回/分)}) / \text{実施時間(分)} \times 1.3 \end{aligned}$$

上記にて得られた3組のデータを、縦軸：心拍数(回/分)、横軸：エネルギー消費率(kg・m/分)としたグラフにプロットした上で、1次の近似直線を上方に伸ばし、年齢別の推定最大心拍数($220 - \text{年齢(歳)}$)(拍/分)に相当する推定最大エネルギー消費率を算出した。これを酸素摂取量に換算し、 VO_{2max} を推定した。

F アンケート調査

新体力テスト付属の「運動実施状況に関するアンケート」を体力測定実施時に、「運動の好き嫌い、体育の授業の好き嫌いの調査」と「授業後アンケート」を最終回に実施した。

G 統計解析

本研究で扱ったサンプルサイズは非常に小さいため、各測定値が正規分布するか否かを判定することはできない。したがって、各測定値の代表値には中央値と四分位範囲を用いた。また、授業前後の体力

測定値の比較には、ノンパラメトリック検定の対応のある2群の比較であるWilcoxon符号付順位和検定を用い、有意水準は5%とした。

Ⅲ 結 果

A 実施した授業について

本研究で対象とした12名の出席回数は14.0(13.0-15.3)回、出席率は87.5(81.3-95.3)%だった。このうちの皆出席者は3名だった。

実施した授業内容は以下の通りであった。必ずしもシラバス通りの実施内容ではなく、学生の興味・関心や体力レベルに応じて、柔軟に内容の変更を行った。

1. 4/12(木)：オリエンテーション、授業の展開方法等の説明
2. 4/19(木)：運動実施期間前の測定①(新体力テスト(運動実施状況等のアンケート含む))
3. 4/26(木)：運動実施期間前の測定②(推定 $VO_2\max$ 、カーフレイズ反復テスト)
4. 5/10(木)：計算能力の測定①(100マス計算タイムの測定：1回目)
5. 5/17(木)：ストレスの測定①(唾液アミラーゼの測定：1回目)
6. 5/24(木)：体重・体脂肪率の測定
7. 5/31(木)：代謝の測定①(血中乳酸濃度の測定：実演)
8. 6/ 7(木)：身体活動量の算出
9. 6/14(木)：ストレスの測定②(心拍変動の測定)
10. 6/21(木)：ヘモグロビン推定値の測定
11. 6/28(木)：代謝の測定②(血糖値の測定：実演)
12. 7/ 5(木)：血管年齢の測定(加速度脈波の測定)
13. 7/12(木)：ストレスの測定③(唾液アミラーゼの測定：2回目)
14. 7/19(木)：計算能力の測定②(100マス計算タイムの測定：2回目)
15. 7/26(木)：運動実施期間終了後の測定(新体

力テスト、推定 $VO_2\max$ 、カーフレイズ反復テスト)

16. 8/ 2(木)：体力測定等の結果返却、レポート作成、全体のまとめ、授業後アンケートおよび「運動の好き嫌い、体育の授業の好き嫌いの調査」の実施

10分間の持続的運動は、第4回目から第14回目の11回実施し、10分間のタイマーを使い、筆者も一緒に学生に声を掛けながら行った。

授業内容の中で最も学生が興味を持った内容は、第4回目と第14回目に実施した「100マス計算のタイム測定」だった。第4回目は運動前：148.5(119.5-164.0)秒→運動後：128.0(105.3-143.5)秒、第14回目は運動前：137.5(110.0-150.5)秒→運動後：127.0(100.5-137.5)秒となり、いずれも運動後に有意にタイムが短縮した(それぞれ $P<0.01$ 、 $P<0.05$)。近年、運動実施に伴う認知機能向上の報告(Byun et al., 2014)が見られるが、この効果を簡易的に体験できた内容だと思われた。

また、第8回目には、健康日本21(第二次)に基づく「健康づくりのための身体活動基準2013」に則り、日常生活における1週間の身体活動量の算出を行った。本基準では18~64歳の場合、「強度が3メッツ以上の身体活動を23メッツ・時/週以上」実施し、この中に「強度が3メッツ以上の運動を4メッツ・時/週以上」が含まれることが推奨されている。対象学生では、「23メッツ・時/週以上の身体活動」を確保できている者が高い割合を示した(83.3%(10名))。ほとんどの学生は長時間(5時間程度)のアルバイトによって歩行時間が多くなり、身体活動量が増加していた。一方で、1週間の身体活動量に含まれるべき「4メッツ・時/週の運動」を確保できている者は非常に少なかった(25.5%(3名))。確保できていた3名は、ダンスサークル(120分、週1回)：1名、ダンス(60分、週2回)：1名、そして、ジョギングやサイクリングを習慣としている：1名であり、この3名以外は本授業の10分間の運動(1.2メッツ・時/週)が唯一の運動時間という結果となった。日常的な運動不足を実感できた内容だと思われた。

B 10分間の持続的運動の実施状況

各回の10分間の持続的運動実施中の平均%HRmaxの推移を図1に示す。全員が全ての授業に参加したわけではないが、概ね目標とした「最大心拍数の60%以上」の運動強度で運動ができていたと考えられた。運動は基本的にジョギングとしたが、第11回目のみ縄跳び運動を実施しており、この時は測定値が特に低い傾向が見られた。

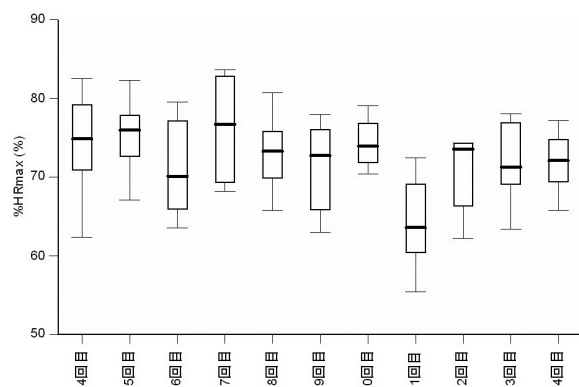


図1 10分間の持続的運動実施中の平均%HRmaxの推移

C 運動実施期間前後の体力測定値の変化

1 新体力テスト各種目

a 運動実施期間前の測定値

運動実施期間前の各測定値と全国平均値との比較を表1に示す。パラメトリック検定の「1標本のt検定」に該当するノンパラメトリック検定が見当たらないため統計解析は行っていないが、本授業にお

ける運動実施期間前の測定値は、全国平均値と比較して劣る傾向が見られた。

表1 本研究における新体力テスト測定値と全国平均値の比較

種目	測定値 (N = 12)	全国平均値 (19歳女性)
握力 (kg)	26.0 (24.5 - 27.0)	26.9 ± 4.8
上体起こし (回)	22.5 (16.8 - 24.3)	23.3 ± 6.3
長座体前屈 (cm)	44.5 (33.3 - 48.5)	46.4 ± 10.2
反復横跳び (点)	42.5 (40.3 - 47.5)	48.0 ± 6.6
立ち幅跳び (cm)	154.0 (136.8 - 176.0)	169.9 ± 23.0

測定値は中央値（四分位範囲），全国平均値は平均値±標準偏差
全国平均値は、執筆時の最新のもの（2017年10月8日公開）

b 運動実施期間前後の推移

実施した新体力テスト各種目の推移を図2に示す。握力は実施前26.0(24.5-27.0)kg→実施後26.5(24.0-28.0)kg、上体起こしは実施前22.5(16.8-24.3)回→実施後21.0(14.0-23.5)回、長座体前屈は実施前44.5(33.3-48.5)cm→実施後44.0(36.3-46.3)cm、反復横跳びは実施前42.5(40.3-47.5)点→実施後43.0(40.8-44.5)点、立ち幅跳びは実施前154.0(136.8-176.0)cm→実施後157.5(147.5-180.0)cmという推移を示した。多少の増減はあったが、すべての種目において有意差は認められなかった。

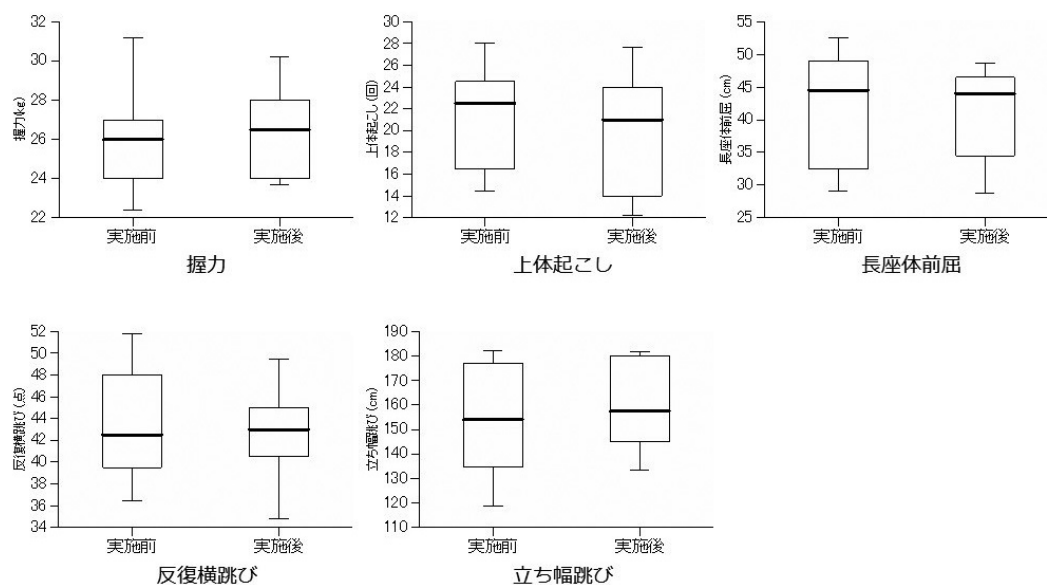


図2 実施した新体力テスト各種目の推移
いずれも有意差なし

2 カーフレイズ反復テスト

カーフレイズ反復テストの推移を図3に示す。実施前69.5(62.8-76.3)回→実施後78.0(72.8-91.8)回という推移を示し、運動実施期間後に有意な増加が認められた($P<0.01$)。

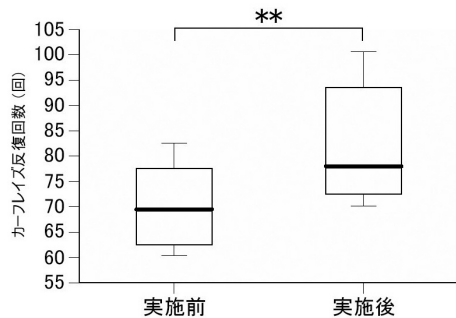


図3 カーフレイズ反復テストの推移

** : $P<0.01$

3 推定 $VO_2\max$

推定 $VO_2\max$ の推移を図4に示す。実施前40.7(38.2-45.2) mL/kg/min→実施後38.2(35.6-39.5) mL/kg/minという推移を示し、運動実施期間後に有意な低下が認められた($P<0.05$)。

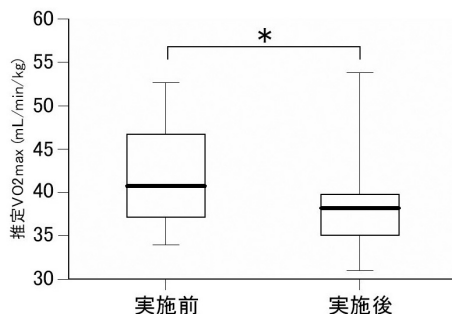


図4 推定 $VO_2\max$ の推移

* : $P<0.05$

D アンケート結果

1 運動実施状況

「運動・スポーツの実施状況」について、「ほとんど毎日(週3~4日以上)」が8.3%(1名)、「ときどき(週1~2日程度)」が16.7%(2名)、「ときたま(月1~3日程度)」が16.7%(2名)、「しない」が58.3%(7名)であった。

2 運動の好き嫌い、体育の授業の好き嫌い

「運動をすることが好きですか」の問いに対して、肯定的な回答をした者の割合は66.7%(8名)(大好

き:8.3%(1名)、好き:58.3%(7名))、否定的な回答をした者は33.3%(4名)(あまり好きでない:25.0%(3名)、嫌い:8.3%(1名))だった。

「今まで受けてきた体育の授業は好きでしたか」の問いに対して、肯定的な回答をした者の割合は83.3%(10名)(大好き:25.0%(3名)、好き:58.3%(7名))、否定的な回答をした者は16.7%(2名)(あまり好きでない:16.7%(2名)、嫌い:0.0%(0名))だった。

3 授業後アンケート

「運動習慣の大切さを理解できましたか」の問いに対して、肯定的回答をした者は100.0%(12名)(とても理解できた:41.7%(5名)、理解できた:58.3%(7名))であり、否定的回答をした者はいなかった(あまり理解できなかった:0%、全く理解できなかった:0%)。

「運動の効果を理解できましたか」の問いに対して、肯定的回答をした者は100.0%(12名)(とても理解できた:41.7%(5名)、理解できた:58.3%(7名))であり、否定的回答はなかった(あまり理解できなかった:0%、全く理解できなかった:0%)。

「今後、定期的な運動をしようを思いましたか」の問いに対して、肯定的回答をした者は100.0%(12名)(運動したい:41.7%(5名)、どちらかと言えば運動したい:58.3%(7名))で、否定的回答はなかった(どちらかと言えば運動したくない:0%、運動したくない:0%)。

IV 考 察

A 対象とした学生の体力、運動習慣等の現状

授業第3回目に測定を行った新体力テストの測定値は、e-Stat(政府統計の総合窓口)発表による執筆時点における最新の全国平均値と比較して劣っている種目が多かった(表1)。運動・スポーツの実施状況では、「(実施)しない」と「ときたま(月1~3日程度)(実施する)」と回答した者が合わせて75.0%(9名)と大半を占めており、また、授業第8回目に実施した「現在の身体活動量の算出」では、「4メッツ・時/週の運動」を確保できていない者(9名)の運動量はわずか1.2(1.2-1.2)メッツ・時/週となった。これらのことから、対象とした学生の大多

数がほとんど運動を実施しておらず、体力レベルは全体的に低いことが確認された。

B 運動の実施

運動様式は基本的に教室内を巡回するジョギングとしたが、学生には運動習慣がほとんどなく、また体力レベルが低いことを踏まえて、ジョギングのペースは各自に任せた。ただし、運動強度を60% HRmax以上とするために、ハートレートモニターにリアルタイムで表示される心拍数を確認するように指示し、筆者も学生に声を掛けながら一緒にジョギングを行った。この結果、負荷した運動強度は概ね60% HRmaxを超えた(図1)。ただし、ジョギングの代わりに縄跳び運動を実施した第11回目のみ60% HRmaxを下回る学生が見られた。縄跳び運動はとても単純な運動様式でありながらも、5分間で95% HRmax程度の運動負荷となる非常にハードな運動である(古田他, 2011)。身体的にきついことに加え、運動が単調であることに学生が飽きてしまい、適度なペースを継続できなかったものと推察された。一方、ジョギングの場合は、最も手軽に実施できる運動としてすでに広く認識されているため、抵抗なく実施することができたと考えられた。結果的にはほぼ60% HRmaxを超える運動強度をジョギングで確保できていたと考えられたが、その運動の様子を見てみると、通常歩行程度のスピードであっても80% HRmax以上を示す者も見られ、体力の低さ、およびその背景となる日頃の運動習慣のなさを再確認することとなった。しかし、運動に対して積極的に取り組む姿が多く見られた。

C 体力の推移

運動実施期間前後の体力測定値の比較では、新体力テストの全ての種目で有意な変化は認められなかった(図2)ため、今回測定を行った新体力テスト各種目の体力要素(握力:筋力、上体起こし:筋持久力、長座体前屈:柔軟性、反復横跳び:敏捷性)に対しては効果は認められなかったことになる。一方、カーフレイズ反復テストは授業後に有意な増加を示し、このテストが反映する「下肢筋群(特に腓腹筋)の筋力」には向上が見られ(図3)、短時間の持続的運動によって下肢筋群に繰り返し刺激が与えられたことによる筋力アップが生じたと考えられ

た。しかし、実施した運動の強度・頻度・期間を考慮すると、これは筋肥大によるものではなく、運動に動員される筋線維数の増加によるものと推定された。よって、授業終了に伴い運動が継続されなくなることによって、この効果が速やかに消失してしまうと思われた。推定 VO_{2max} については授業後に有意な低下を示した(図4)ため、この項目が反映する「全身持久力(一般的に言う「体力」)」は低下したことになるが、通常はこれほど低下するとは考えられない。この低下には、この測定方法が運動直後の心拍数を用いた推定法であること、また、2018年7月から8月にかけての記録的な気温上昇に伴う身体への悪影響(睡眠不足、食欲低下、疲労感の増加等)が関わっていることが考えられたため、本研究で実施した運動の推定 VO_{2max} への効果を正確に判断できないが、少なくとも向上するには至らないと考えられた。

これらのことから、今回実施した「週1回の10分間の持続的運動」は、運動習慣がほとんどない学生においては、新体力テストの室内種目に反映される体力要素や全身持久力の向上には影響を及ぼさないが、ジョギング等で繰り返し負荷が加わる下肢筋群(特に腓腹筋)の筋力の向上に対しては効果があることが明らかになった。

D 今後の展望

筆者が担当する「健康美I」の目的は「毎回10分程度の運動を行い、その前後で健康に関わる身体の各指標がどのように変化するかを体感することで、短期的な運動の効能を理解し、自らの健康の維持・増進に向けての運動習慣形成のきっかけにすること」である。受講する学生は、シラバスや本授業1回目のオリエンテーションにて授業内容・授業の展開方法を確認し、実際に運動を行うことを了承した者であるため、運動実施に対してそれほど嫌悪感はなく、運動の必要性をある程度感じている学生のみを対象としていることになる。よって、授業の目的が達成されやすい状況下での実践だと言える。

最終日に実施した評価アンケートからは、運動習慣の大切さの理解、運動の効果の理解、定期的運動実施の意思に関して全員から肯定的な回答を得ることができ、学生の意識の面においては概ね目標を達成できたと考えられた。また、「体育の授業の好き

嫌いの調査」では、好意的な回答をした者の割合が半数を超えていたことから、高等学校までの体育の好き嫌いが高等学校卒業直後の運動習慣に関与しているとの報告（重松 他, 2015）を踏まえると、運動実施の機会さえあれば運動習慣が形成されやすい状況にあると考えられた。ただし、日常的な運動習慣がほとんどない現状から判断すると、意識の変化だけで運動習慣が形成されるとは考えにくい。

今回の実践を通した学生の観察から、学生が運動実施に最も関心を高める瞬間は「運動の効果が実感できた時」であり、その効果はできる限り明確であるほうが望ましい。本実践においては、運動実施期間前後の「カーフレイズ反復回数の増加」が最も効果を実感できる内容である。全身持久力等ではなく、動作そのものを反映した筋力のみが向上していたため、「筋力発揮状況の変化」に焦点を当て、毎回の授業で実施する運動を選定すべきであろう。例えば、一定時間、筋を収縮させたままキープするアイソメトリック的な運動、または、ジャンプを含めたサーキットトレーニング的な運動などによって、身体各部の筋に静的・動的な刺激を十分に加えることが好ましいのではないかとと思われる。

ただし既述の通り、運動強度・運動頻度・運動期間から推測すると、今回の筋力向上は運動に動員される筋線維数の増加によるものだと考えられるため、授業期間終了後には速やかに効果が消失するものと考えられる。よって、本効果はあくまでも運動習慣形成のための“きっかけ”にしかならない。これを有効に機能させるために、毎回の授業における測定内容を含め、今後さらなる検討を重ねて実践を繰り返していきたい。

V 結 論

運動の効果を提示して学生の運動習慣形成のきっかけを作ることとした2018年度前期開講科目「健康美Ⅰ」にて、学生の意欲・関心を踏まえた授業内容を展開しつつ、体力の向上に最低限必要とされる強度の運動を毎回10分間実施することで、体力

の維持・向上が生じるか否かを検証した。その結果、新体力テスト各種目には変化は見られなかったが、下肢筋群の筋力に向上が見られた。週に1回という低頻度の運動でも筋力の向上が認められたため、今後、受講した学生が運動の効果をより明確に実感できるような運動方法と測定内容を検討し、実践を繰り返していきたい。

引 用 文 献

- Byun K, Hyodo K, Suwabe K, Ochi G, Sakairi Y, Kato M, Dan I, Soya H. (2014). Positive effect of acute mild exercise on executive function via arousal-related prefrontal activations: an fNIRS study. *Neuroimage*, 98, 336-345.
- 古田善伯, 有川 一 (2011). なわとび運動に関する運動生理学的視点からのアプローチ. *教育医学*, 57(2), 169-175.
- 厚生労働省「健康づくりのための身体活動基準 2013」(最終閲覧日: 2018年6月13日)
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002xple-att/2r9852000002xpqt.pdf>
- 文部科学省「新体力テスト実施要項(12~19歳対象)」(最終閲覧日: 2018年9月1日)
http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/stamina/05030101/002.pdf
- 森永亘, 中野慎也, 中島研一, 多賀谷伸一, 真海友里, 長尾洸一, 姪原優華, 八谷瑞紀, 南島広治 (2017). 女性高齢者におけるカーフレイズ反復テストの妥当性の検討. *理学療法学*, 44(Suppl.2), 681.
- 重松良祐, 西澤誠人 (2015). 小学校から高等学校までの体育の好き嫌いと大学での運動習慣. *教育医学*, 61(2), 217-224.
- 総務省統計局「e-Stat 政府統計の総合窓口」(最終閲覧日: 2018年9月2日) <https://www.e-stat.go.jp>
- 杉晴夫 (2003). 筋肉はふしぎ-力を生み出すメカニズム. 176-182, 講談社, 東京.